

Eichelmann, Anja; Andrés, Eric; Schnaubert, Lenka; Narciss, Susanne; Sosnovsky, Sergey
Interaktive Fehler-Finde- und Korrektur-Aufgaben. Eine Akzeptanz- und Usability-Studie bei Sechst- und Siebtklässlern

Csanyi, Gottfried [Hrsg.]; Reichl, Franz [Hrsg.]; Steiner, Andreas [Hrsg.]: *Digitale Medien - Werkzeuge für exzellente Forschung und Lehre. Münster u.a. : Waxmann 2012, S. 401-412. - (Medien in der Wissenschaft; 61)*



Quellenangabe/ Reference:

Eichelmann, Anja; Andrés, Eric; Schnaubert, Lenka; Narciss, Susanne; Sosnovsky, Sergey: Interaktive Fehler-Finde- und Korrektur-Aufgaben. Eine Akzeptanz- und Usability-Studie bei Sechst- und Siebtklässlern - In: Csanyi, Gottfried [Hrsg.]; Reichl, Franz [Hrsg.]; Steiner, Andreas [Hrsg.]: *Digitale Medien - Werkzeuge für exzellente Forschung und Lehre. Münster u.a. : Waxmann 2012, S. 401-412* - URN: urn:nbn:de:0111-opus-83926 - DOI: 10.25656/01:8392

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-opus-83926>

<https://doi.org/10.25656/01:8392>

in Kooperation mit / in cooperation with:



WAXMANN
www.waxmann.com

<http://www.waxmann.com>

Nutzungsbedingungen

Gewährt wird ein nicht exklusives, nicht übertragbares, persönliches und beschränktes Recht auf Nutzung dieses Dokuments. Dieses Dokument ist ausschließlich für den persönlichen, nicht-kommerziellen Gebrauch bestimmt. Die Nutzung stellt keine Übertragung des Eigentumsrechts an diesem Dokument dar und gilt vorbehaltlich der folgenden Einschränkungen: Auf sämtlichen Kopien dieses Dokuments müssen alle Urheberrechtshinweise und sonstigen Hinweise auf gesetzlichen Schutz beibehalten werden. Sie dürfen dieses Dokument nicht in irgendeiner Weise abändern, noch dürfen Sie dieses Dokument für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, aufführen, vertreiben oder anderweitig nutzen. Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

Terms of use

We grant a non-exclusive, non-transferable, individual and limited right to using this document.
This document is solely intended for your personal, non-commercial use. Use of this document does not include any transfer of property rights and it is conditional to the following limitations: All of the copies of this documents must retain all copyright information and other information regarding legal protection. You are not allowed to alter this document in any way, to copy it for public or commercial purposes, to exhibit the document in public, to perform, distribute or otherwise use the document in public.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.

Kontakt / Contact:

peDOCS
DIPF | Leibniz-Institut für Bildungsforschung und Bildungsinformation
Informationszentrum (IZ) Bildung
E-Mail: pedocs@dipf.de
Internet: www.pedocs.de

Mitglied der

Leibniz
Leibniz-Gemeinschaft

Digitale Medien –
Werkzeuge für exzellente
Forschung und Lehre

Gottfried Csanyi
Franz Reichl
Andreas Steiner (Hrsg.)

Digitale Medien – Werkzeuge für exzellente Forschung und Lehre



Waxmann 2012
Münster/New York/München/Berlin

Bibliografische Informationen der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Medien in der Wissenschaft, Band 61

ISSN 1434-3436

ISBN 978-3-8309-2741-9

© Waxmann Verlag GmbH, 2012

Postfach 8603, 48046 Münster

www.waxmann.com

info@waxmann.com

Umschlaggestaltung: Pleßmann Design, Ascheberg

Titelfoto: © Technische Universität Wien

Satz: Stoddart Satz- und Layoutservice, Münster

Druck: Hubert & Co., Göttingen

Gedruckt auf alterungsbeständigem Papier,
säurefrei gemäß ISO 9706



Printed in Germany

Alle Rechte vorbehalten. Nachdruck, auch auszugsweise, verboten.
Kein Teil dieses Werkes darf ohne schriftliche Genehmigung des
Verlages in irgendeiner Form reproduziert oder unter Verwendung
elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

Inhalt

<i>Gottfried S. Csanyi, Franz Reichl, Andreas Steiner</i> Editorial – eine leser/innen/orientierte Einführung	11
--	----

Der Exzellenz-Begriff in Forschung und Lehre – kritisch betrachtet

<i>Gabi Reinmann</i> Was wäre, wenn es keine Prüfungen mit Rechtsfolgen mehr gäbe? Ein Gedankenexperiment	29
---	----

<i>Barbara Rossegger, Martin Ebner, Sandra Schön</i> Frei zugängliche Bildungsressourcen für die Sekundarstufe. Eine Analyse von deutschsprachigen Online-Angeboten und der Entwurf eines „OER Quality Index“	41
--	----

<i>Christoph Richter, Heidrun Allert, Doris Divotkey, Jeannette Hemmecke</i> Werkzeuge für exzellente Forschung und Lehre. Eine gestaltungsorientierte Perspektive (Workshop)	58
---	----

<i>Martina Friesenbichler</i> Excellence bottom-up. Überlegungen zu einem individualisierten Exzellenz-Ansatz (Learning Café)	60
---	----

Digitale Medien als Erkenntnismittel für die Forschung

<i>Andrea Back, Maria Camilla Tödtli</i> Narrative Hypervideos: Methodenentwurf zur Nutzung usergenerierter Videos in der Wissenskommunikation	65
--	----

<i>Jutta Pauschenwein</i> „Sensemaking“ in a MOOC (Massive Open Online Course)	75
---	----

<i>Gergely Rakoczi</i> Eye Tracking in Forschung und Lehre. Möglichkeiten und Grenzen eines vielversprechenden Erkenntnismittels	87
--	----

<i>Olaf Zawacki-Richter</i> Eine vergleichende Impactanalyse zwischen Open-Access- und Closed-Access-Journalen in der internationalen Fernstudien- und E-Learning-Forschung	99
--	----

<i>Peter Judmaier, Margit Pohl</i> Mikrowelten als Abbild der Realität im Game Based Learning (Praxisreport)	110
<i>Julia Kehl, Guillaume Schiltz, Andreas Reinhardt, Thomas Korner</i> „Innovate Teaching!“ Studierende mit einem Ideenwettbewerb an der Lehrinnovation beteiligen (Praxisreport)	114
<i>Daniela Pscheida, Thomas Köhler, Sabrina Herbst, Steve Federow, Jörg Neumann</i> De-Constructing Science 2.0. Studien zur Praxis wissenschaftlichen Handelns im digitalen Zeitalter (Workshop)	118
<i>Michael Bender, Celia Krause, Andrea Rapp, Oliver Schmid, Philipp Vanscheidt</i> TextGrid – eine virtuelle Forschungsumgebung für die Geisteswissenschaften (Workshop)	124

Forschungsbasiertes Lehren und Lernen

<i>Nicole Sträfling, Nils Malzahn, Sophia A. Grundnig, Tina Ganster, Nicole C. Krämer</i> Sozialer Vergleich. Ein wirkungsvoller Anreiz in community-basierten Lernumgebungen? (Workshop)	129
<i>Christoph Richter, Heidrun Allert</i> Design als epistemischer Prozess (Poster)	132
<i>Stefanie Siebenhaar</i> E-Portfolio-Einsatz im Lehramtsstudiengang Deutsch. Produkt – Auswahl – Kompetenz (Poster)	134

Digitale Medien als Werkzeuge in Lehre und Forschung

<i>Thomas Bernhardt, Karsten D. Wolf</i> Akzeptanz und Nutzungsintensität von Blogs als Lernmedium in Onlinekursen	141
<i>Claudia Bremer</i> Open Online Courses als Kursformat? Konzept und Ergebnisse des Kurses „Zukunft des Lernens“ 2011	153
<i>Helge Fischer, Thomas Köhler</i> Gestaltung typenspezifischer E-Learning-Services. Implikationen einer empirischen Untersuchung	165

<i>Nadja Kaeding, Lydia Scholz</i> Der Einsatz von Wikis als ein Instrument für Forschung und Lehre	176
<i>Christian Kohls</i> Erprobte Einsatzszenarien für interaktive Whiteboards	187
<i>Marc Krüger, Ralf Steffen, Frank Vohle</i> Videos in der Lehre durch Annotationen reflektieren und aktiv diskutieren	198
<i>Julia Liebscher, Isa Jahnke</i> Ansatz einer kreativitätsfördernden Didaktik für das Lernen mit mobilen Endgeräten	211
<i>Frank Ollermann, Karina Schneider-Wiejowski, Kathrin Loer</i> Handgeschriebene vs. elektronisch verfasste Studierenden-Essays – ein Bericht aus der Praxis	223
<i>Melanie Paschke, Nina Buchmann</i> Verantwortungsvolles Handeln in der Wissenschaft. Vermittlung durch Blended-Learning, Rollenspiel und Cognitive Apprenticeship	232
<i>Alexander Tillmann, Claudia Bremer, Detlef Krömker</i> Einsatz von E-Lectures als Ergänzungsangebot zur Präsenzlehre. Evaluationsergebnisse eines mehrperspektivischen Ansatzes	235
<i>Sandra Hübner, Ullrich Dittler, Bettina Leicht, Satjawan Walter</i> LatteMATHEiato – oder wie Video-Podcasts eingesetzt werden, um heterogenes Mathematik-Vorwissen auszugleichen (Praxisreport)	250
<i>Iver Jackewitz</i> Wider die Monolithis – IT-Freiheit in Forschung und Lehre an der Universität Hamburg (Praxisreport)	253
<i>Michael Jeschke, Lars Knipping</i> Web 2.0 am Übergang Schule – Hochschule. Ein Studierendenportal und seine Prosumenten (Praxisreport)	259
<i>Miriam Kallischnigg</i> Perspektiven der Vereinbarkeit von Spitzensport und beruflicher Karriereplanung dank Blended-Learning-Arrangement in der akademischen Ausbildung für Spitzensportler/innen (Praxisreport)	263
<i>Marianne Kamper, Silvia Hartung, Alexander Florian</i> Einführung in die E-Portfolio-Arbeit mit einem Online-Kurs. Erfahrungen und Folgerungen (Praxisreport)	266

<i>Silke Kirberg, Babett Lobinger, Stefan Walzel</i> International, berufsorientiert und virtuell. Ein Praxisreport zur grenzüberschreitenden Lernortkooperation	270
<i>Elke Lackner, Michael Raunig</i> Die Avantgarde der Lehr-Lernmaterialien? Lehren lehren mit E-Books (Praxisreport)	273
<i>Gudrun Marci-Boehncke, Anja Hellenschmidt</i> Experten für das Lesen – Evaluation eines Blended-Learning- Angebots für Bibliothekarinnen und Bibliothekare. Vorteile, Chancen und Grenzen (Praxisreport)	276
<i>Holger Rohland</i> Akzeptanzunterschiede bei E-Learning-Szenarien? (Praxisreport)	280
<i>Hartmut Simmert</i> Erfahrungen bei der Nutzung des Lern- und Content- Management-Systems „OPAL“ als Lehrarrangement: Ausgangssituation 1992 und Status Quo 2012 (Praxisreport)	284
<i>Frank Vohle, Gabi Reinmann</i> Die mündliche Prüfung üben? Dezentrales Online-Coaching mit Videoannotation für Doktoranden (Praxisreport)	294
<i>Alexander Florian, Silvia Hartung</i> Die Initiative „Keine Bildung ohne Medien!“. Implementationsoptionen für die Hochschule (Workshop)	298
<i>Eckhard Enders, Markus Breuer</i> Koordinative Kompetenzen durch digitales Spielen (Poster)	301
<i>Karin Probstmeyer</i> Vermittlung von Gender- und Diversity-Kompetenz unter Verwendung webbasierter Lernplattformen (Poster)	304
<i>Heiko Witt</i> Ein Publikumsjoker für die Lehre (Poster)	306

Community Building durch Soziale Medien

<i>Sandra Hofhues, Mandy Schiefner-Rohs</i> Doktorandenausbildung zwischen Selbstorganisation und Vernetzung. Zur Bedeutung digitaler sozialer Medien	313
<i>Tanja Jadin</i> Social Web-Based Learning: kollaborativ und informell. Ein exemplarischer Einsatz einer Social-Media-Gruppe für die Hochschullehre ..	324

<i>Annkristin Kohn, Joachim Griesbaum, Thomas Mandl</i> Social-Media-Marketing an Hochschulen. Eine vergleichende Analyse zu Potenzialen und dem aktuellen Stand der Nutzung am Beispiel niedersächsischer Hochschulen	335
<i>Heike Wiesner, Antje Ducki, Svenja Schröder, Hedda Mensah, Ina Tripp, Dirk Schumacher</i> KMU 2.0 – gestaltbare Technologien und Diversity im KMU-Kontext	351
<i>Hannah Hoffmann, Philipp Schumacher, Jens Ammann</i> Selbstreguliertes und praxisorientiertes Lernen in der Lehrerbildung. Lehr-Lern-Materialien als Schnittstellen zwischen Universität und Schule (Praxisreport)	365
<i>Tamara Ranner, Gabi Reinmann</i> Herausforderungen beim Aufbau einer Professional Community für den organisationsübergreifenden Wissensaustausch (Praxisreport aus dem Bereich der Lehrerbildung)	369
<i>Jörn Loviscach</i> Lerngruppen auf Zuruf für populäre Online-Lernangebote? (Workshop)	373

E-Assessment

<i>Heiner Barz, Anja Kirberg, Samuel Nowakowski</i> ePortfolio as Assessment Instrument: Introducing the Project “ePortfolio for Human Resources”	377
<i>Peter Baumgartner, Reinhard Bauer</i> Didaktische Szenarien mit E-Portfolios gestalten. Mustersammlung statt Leitfaden	383
<i>Alexander Caspar, Damian Miller</i> MC-LaTeX-Weblikationen. Online-Multiple-Choice-Aufgaben in der mathematischen Grundausbildung der ETH Zürich	393
<i>Anja Eichelmann, Eric Andrés, Lenka Schnaubert, Susanne Narciss, Sergey Sosnovsky</i> Interaktive Fehler-Finde- und Korrektur-Aufgaben. Eine Akzeptanz- und Usability-Studie bei Sechst- und Siebtklässlern	401
<i>Klaus Himpsl-Gutermann</i> Ein 4-Phasen-Modell der E-Portfolio-Nutzung. Digitale Medien als integraler Bestandteil von universitären Weiterbildungslehrgängen	413

<i>Daniel R. Schneider, Benno Volk, Marco Lehre, Dirk Bauer, Thomas Piendl</i> Der Safe Exam Browser. Innovative Software zur Umsetzung von Online-Prüfungen an der ETH Zürich	431
<i>Ioanna Menhard, Nadine Scholz, Regina Bruder</i> Lehr- und Prüfungsgestaltung mit digitalen Kompetenzportfolios. Einsatzmöglichkeiten und Chancen (Praxisreport)	442
<i>Esther Paulmann, Roland Hallmeier</i> Erfahrungen mit E-Prüfungen an der FAU (Praxisreport)	445
<i>Yvonne Winkelmann</i> E-Assessment – auf den Inhalt kommt es an! (Praxisreport)	448
<i>Corinna Lehmann</i> Etablierung eines Lösungsansatzes zur Schaffung einer hochschulübergreifenden Infrastruktur für E-Assessment- Angebote (Poster)	452
<i>Nadine Scholz, Ioanna Menhard, Regina Bruder</i> Studierendensicht auf ein digitales Kompetenzportfolio. Erste Ergebnisse des Projektes dikopost (Poster)	455

Curriculum

<i>Damian Miller, Oliver Lang, Daniel Labhart, Sonja Burgauer</i> Individualisierung trotz „Großandrang“ (Praxisreport)	461
<i>Erwin Bratengeyer, Gerhard Schwed</i> Zertifizierung von Blended Learning Studienprogrammen (Praxisreport)	473

Plagiatsprüfung

<i>Katrin Althammer, Ute Steffl-Wais</i> Wer sucht, der findet!? Die Wirtschaftsuniversität Wien auf der Suche nach mehr wissenschaftlicher Integrität (Praxisreport)	479
Die Gutachter und Gutachterinnen	483
Programmkomitee	485
Autorinnen und Autoren	487

Interaktive Fehler-Finde- und Korrektur-Aufgaben

Eine Akzeptanz- und Usability-Studie bei Sechst- und Siebtklässlern

Zusammenfassung

Zur empirischen Untersuchung von Feedbackeffekten beim Bruchrechnen benötigt man interaktive Aufgaben, die neben der Präsentation des Feedbacks auch eine erneute Aufgabenbearbeitung durch den Schüler und die Erfassung des Vorgehens beim Lösen der Aufgabe ermöglichen. Im Rahmen eines Projektes wurden daher interaktive Fehler-Finde- und Korrektur-Aufgaben zur Bruchrechnung entwickelt und ein Interface entworfen, mit dem diese Aufgaben und passendes Feedback präsentiert und untersucht werden können. Doch sind diese Fehler-Finde- und Korrektur-Aufgaben für die Schüler auch vergleichbar mit normalen Rechenaufgaben? Die Ergebnisse zur Einschätzung der Lernumgebung durch 126 Schüler zeigen eine positive Bewertung des Interfaces. Bei den Aufgaben ist keine klare Bevorzugung der Fehler-Finde- und Korrektur-Aufgaben gegenüber normalen Rechenaufgaben erkennbar. Die Fehler-Finde- und Korrektur-Aufgaben werden zwar als schwerer eingeschätzt, dennoch empfinden die Schüler sie als angenehme Abwechslung.

1 Problemstellung und Ziele

Umfangreiche Forschungsarbeiten zu Feedback haben in den letzten Jahrzehnten gezeigt, dass Feedback multidimensional ist und seine Wirkungen von zahlreichen Faktoren abhängen (Butler & Winne, 1995; Hattie & Timperley, 2007; Narciss, 2006; Shute, 2008). Dabei wirken sowohl situative als auch individuelle Bedingungen zusammen, woraus sich besondere Herausforderungen an die Feedbackforschung ergeben. Elaboriertes Feedback kann beispielsweise nur dann positive Effekte haben (z.B. Fehler korrigieren), wenn:

- die Lernenden es benötigen, d.h. wenn die Lernenden Fehler machen bzw. noch keine optimale Leistung zeigen,
- es passend zu den Anforderungen der Aufgabe oder dem Fehler gegeben wird,
- es beachtet und genutzt wird, d.h. wenn die Lernenden es sinnvoll verarbeiten und zur Korrektur einsetzen.

Feedbackeffekte hängen somit ab von (a) der individuellen Fehlerrate bzw. vom individuellen Leistungsniveau, (b) der Passung zwischen Feedback und Aufgabe beziehungsweise Fehler (Lernende scheitern jedoch an unterschiedlichen Anforderungen der Aufgabe und machen unterschiedliche Fehler (vgl. Van Lehn, 1990) und (c) dem individuellen Lernerverhalten, das u.a. abhängig ist von individuellen Merkmalen (z.B. Vorwissen, Motivation).

Um die Wirkungen von elaborierten tutoriellen Feedback-Arten nachweisen zu können, wurden in der bisherigen Feedbackforschung daher einerseits selektive Stichproben gewählt (z.B. Versuchspersonen mit wenig Vorwissen, also einer hohen Fehlerrate; vgl. z.B. Salas & Dickinson, 1990; Narciss & Huth, 2006). Andererseits wurden sehr schwierige Aufgaben als Untersuchungsmaterial verwendet (z.B. Tennyson et al., 1975). Eine weitere Forschungsstrategie besteht darin, Fehler-Finde- und Korrektur-Aufgaben (FFK-Aufgaben) in Feedbackstudien einzusetzen. FFK-Aufgaben sind speziell entwickelte interaktive Lernaufgaben, in die bereits typische Fehler integriert sind (Eichelmann & Narciss, 2009). Zu solchen FFK-Aufgaben wurde im Rahmen des Projekts ein passendes Interface mit verschiedenen Interaktionsmöglichkeiten entwickelt. Der erfolgreiche Einsatz neuartiger computerunterstützter Aufgaben hängt u.a. von der Akzeptanz dieser Aufgaben bei der Zielgruppe (beim Bruchrechnen Schüler ab Klasse 5) sowie von der Bedienbarkeit des Interfaces und den Computererfahrungen der Zielgruppe ab.

Ziele der Studie sind daher, (a) die Akzeptanz bzgl. der FFK-Aufgaben sowie (b) die Bedienbarkeit des Interfaces zu untersuchen. Da Schüler der Zielgruppe unterschiedlich viel Erfahrung im Umgang mit Computern haben und anzunehmen ist, dass die Bedienbarkeit des Interfaces auch von der Routine im Umgang mit Computern abhängen kann, wurde diese als Kontrollvariable ebenfalls erfasst.

2 Fehler-Finde- und Korrektur-Aufgaben

Auf der Basis kognitiver Aufgaben- und Fehleranalysen (Eichelmann et al., 2012) wurden insgesamt 31 Fehler-Finde- und Korrektur-Aufgaben (FFK-Aufgaben; Abb. 1 und 2) konstruiert. Die Aufgaben sind so aufgebaut, dass die Schüler zunächst den Fehler in einer Aufgabe finden müssen, bevor sie diesen dann korrigieren. Auf der Grundlage umfangreicher Fehleranalysen wurden zunächst typische Fehler bei Bruchrechenaufgaben identifiziert und in einem zweiten Schritt in Aufgaben zum Addieren, Ordnen und Repräsentieren von Brüchen eingebaut.

Die Aufgaben sind mehrschrittig und entsprechen dem Ablauf beim Korrigieren von Fehlern z.B. nach Hausaufgaben: Macht der Schüler bei der

Aufgabenbearbeitung einen Fehler, erhält er die Rückmeldung, seine Lösung sei falsch. Zunächst müssen die Schüler nun den Fehler in der Aufgabenlösung finden, um ihn im zweiten Schritt korrigieren zu können. Entsprechend werden sie bei den FFK-Aufgaben daher zunächst aufgefordert, aus der dargestellten Rechnung den Schritt auszuwählen, der einen Fehler enthält (Fehler-Finde-Teil, vgl. Abb. 1, S. 3).

Activemath
Übung

Jana sollte $\frac{5}{6} + \frac{11}{6}$ rechnen und das Ergebnis - wenn nötig - kürzen bzw. umwandeln. Sie ging folgendermaßen vor:

<input type="radio"/>	1. Addieren	$\frac{5+11}{6+6} = \frac{16}{12}$
<input type="radio"/>	2. Kürzen	$\frac{16}{12}$ gekürzt mit 4 ergibt $\frac{4}{3}$
<input type="radio"/>	3. Umwandeln	$\frac{4}{3} = 1 \frac{1}{3}$
<input type="radio"/>	4. Endergebnis	$1 \frac{1}{3}$

Jetzt hat Jana den Hinweis bekommen, dass die Lösung noch nicht richtig ist. Kreuze den Lösungsschritt an, bei dem der erste Fehler passiert ist!

Weiter

Abb. 1: Screenshot-Ausschnitt des Fehler-Finde-Teils einer FFK-Aufgabe

In einem zweiten Schritt (Fehler-Korrektur-Schritt, Abb. 2) werden die Schüler aufgefordert, die Rechnung sinnvoll weiter zu bearbeiten. Sie müssen also nicht die gesamte Aufgabe von Beginn an rechnen, sondern die Aufgabenbearbeitung an der Stelle fortsetzen, an der der Fehler auftrat.

Wie hätte Klaus richtig vorgehen müssen? Setze seine begonnene Rechnung mit dem richtigen Schritt im Arbeitsfeld fort!

Aufgabe

1. **Gemeinsamer Nenner**

2. **Erweitern**

$\frac{1}{13} + \frac{14}{39}$

Gemeinsamer Nenner ist 39

1 erweitert mit 3 ergibt 4

Aufgabe

1. **Gemeinsamer Nenner**

2. - Wähle eine Option -

$\frac{1}{13} + \frac{14}{39}$

Gemeinsamer Nenner ist 39

Das war leider noch nicht richtig. Versuch es noch einmal!

Denkst Du, Deine Antwort ist richtig oder falsch? Wie sicher bist Du Dir dabei?

☒ Sicher, dass falsch

☐ Unsicher, ob richtig oder falsch

☐ Sicher, dass richtig

Abb. 2: Screenshot-Ausschnitt des Fehler-Korrektur-Teils einer FFK-Aufgabe

Bei den bisher implementierten FFK-Aufgaben müssen die Schüler dabei nur einen nächsten richtigen Rechenschritt angeben, mit dem die Aufgabe erfolgreich weitergerechnet werden kann. Dadurch kann das Feedback bei auftretenden Fehlern speziell auf diese Anforderung zugeschnitten werden. Das System ist robust gegenüber verschiedenen Vorgehensweisen der Schüler und akzeptiert unterschiedliche Lösungswege (z.B. auch das Überspringen oder Kombinieren einzelner Rechenschritte). Nur wenn die Fehlerkorrektur scheitert, ist der Schüler aufgefordert, kleinschrittig vorzugehen und erhält Feedback zur nächsten anstehenden Anforderung.

3 Technische Umsetzung

Das System ActiveMath diene als Grundlage für die technische Implementierung sowohl herkömmlicher Aufgaben als auch der Fehler-Finde- und Korrektur-Aufgaben (FFK-Aufgaben). ActiveMath verfügt über ein Aufgabensystem, das eine breite Palette von Aufgabentypen unterstützt und direkte Rückmeldungen sowie Hinweise zu Eingaben des Lernenden erzeugen kann. Da man einerseits recht einfach neue Aufgaben in das System integrieren kann und andererseits das Aussehen und Verhalten der Aufgaben über soge-

nannte Strategien anpassen kann, war es möglich, ein dediziertes Interface für Bruchrechenaufgaben umzusetzen.

3.1 Anforderungen

Abgeleitet aus den Herausforderungen der Feedbackforschung (vgl. Abschnitt 1) und dem speziellen Design der FFK-Aufgaben wurden an die technische Umsetzung einige Anforderungen gestellt: 1) mehrere Lösungsversuche (multitrial) sollten umsetzbar sein, 2) anforderungsspezifisches Feedback soll bereitgestellt werden können, wobei die Aufgabenstellung, tutorielle Feedbackkomponenten und frühere Lösungsversuche jederzeit sichtbar sein sollen und 3) die individuellen Schritte beim Bearbeiten der Aufgaben sollen erfasst und protokolliert werden können, um sie einerseits für die Diagnose nutzen, andererseits – ausgehend von dieser Diagnose – Feedback anbieten zu können.

Das Interface sollte dabei gleichzeitig sowohl für herkömmliche Rechenaufgaben als auch für FFK-Aufgaben nutzbar sein, wobei die Gestaltung des Interface über alle Aufgabentypen hinweg konsistent und übersichtlich sein sollte.

3.2 Arbeitsfeld

Für die Eingabe der Rechenschritte beim Lösen der Aufgabe wurde ein spezielles Arbeitsfeld (Abb. 3) entwickelt. Dieses Arbeitsfeld soll Nebenrechnungen auf dem Papier oder im Kopf ersetzen, indem es den Schülern die Möglichkeit bietet, ihren gesamten Rechenweg am Computer auszuführen und einzugeben. Durch die Protokollierung des Rechenweges entsteht so die Möglichkeit, die Rechnung des Schülers sowie daraus entstehende Fehler nachzuvollziehen – eine wichtige Voraussetzung, um die Wirksamkeit verschiedener Feedbackkomponenten untersuchen zu können.

Das Arbeitsfeld bietet dem Schüler die Auswahl des gewünschten Rechenschrittes (z.B. Erweitern, Kehrwert bilden, Umwandeln) über ein Drop-down-Menü an. Passend zum ausgewählten Rechenschritt öffnet sich eine Maske für die Eingabe der Rechnung. Da ein Standardtastaturbefehl für Brüche nicht existiert, wurde die Möglichkeit geschaffen, innerhalb der „blanks“ im Arbeitsfeld über „/“ Brüche zu erstellen. Weitere Rechenschritte können über den „Neuer Schritt“-Button angefordert, überflüssige über den „Löschen“-Button wieder entfernt werden (Abb. 3).

Berechne $\frac{7}{11} + \frac{3}{11}$!

The screenshot shows the ActiveMath interface for the problem "Berechne $\frac{7}{11} + \frac{3}{11}$!". The interface includes a dropdown menu for "Kürzen" (Simplify) and a dropdown menu for "Gemeinsamer Nenner" (Common Denominator). The "Gemeinsamer Nenner" menu is open, showing options: "Wähle eine Option -", "Erweitern", "Kürzen", "Primfaktoren", "Gemeinsamer Nenner" (highlighted), "Kehrwert", "Umwandeln", "Addieren", "Subtrahieren", "Multiplizieren", "Dividieren", "Kleinstes gemeinsame Vielfaches", "Größter gemeinsame Teiler", and "Ergebnis". The main area shows the steps for finding a common denominator: "gekürzt mit [] ergibt []" and "Der gemeinsame Nenner ist []". Below this, a progress bar indicates the user's confidence level, with labels "Unsicher, ob richtig oder falsch" and "Sicher, dass richtig". The "Auswerten" (Evaluate) button is at the bottom.

Abb. 3: Screenshot aller möglichen Rechenschritte des Arbeitsfeldes

3.3 Auswertung

Nach dem Absenden einer Lösung prüft das System deren Korrektheit. Da es oft mehrere korrekte Alternativen gibt, ist dies nicht immer eine triviale Aufgabe. Ohne automatisierte Auswertung müsste man etwa beim Erweitern eines Bruches innerhalb einer Additionsaufgabe prüfen, ob auf einen sinnvollen gemeinsamen Nenner erweitert wurde. Die Automatisierung einer spezifischen Liste mehrerer korrekter Nenner für jede Aufgabe ist ein aufwendiger und fehlerbehafteter Prozess. ActiveMath ermöglicht eine automatisierte Korrektheitsprüfung durch Einbindung eines Computer-Algebra-Systems (CAS). Hiermit wird es möglich, die Auswertung durch allgemeinere Ausdrücke durchzuführen. Um zu prüfen, ob eine Zahl z gemeinsamer Nenner von zwei anderen Zahlen x und y ist, kann man das CAS z.B. prüfen lassen, ob x und y jeweils z teilen.

4 Bewertung der Aufgaben und Systemkomponenten

Im Februar 2012 wurden im Rahmen einer Studie zu adaptivem tutoriellen Feedback das Aufgabendesign und Interface eingesetzt und die teilnehmenden Schüler um eine Einschätzung der Lernumgebung gebeten.

4.1 Stichprobenbeschreibung

126 Schülerinnen und Schüler aus der Region Dresden nahmen an der Untersuchung teil. Sie erhielten eine Aufwandsentschädigung in Höhe von 10 Euro. Das Alter der Schüler lag zwischen 10 und 15 Jahren (47.9 weiblich, 52.1 männlich). Die Schüler besuchten die 6. oder 7. Klasse des Gymnasiums (60.5 %), der Mittelschule/Realschule (32.7 %) oder einer anderen Schule (6.8 %, z.B. Hauptschule, Gemeinschaftsschule).

4.2 Versuchsablauf

Die Untersuchung fand bis auf den Abschlussfragebogen vollständig an Laptops statt. Alle Instruktionen, die die Schüler erhielten, waren im System implementiert und wurden durch eine Beamer-Präsentation unterstützt. Die dreistündige Untersuchung bestand aus Fragebögen zur individuellen Motivation in Bezug auf Bruchrechnung, einem Kompetenztest zur Bruchrechnung (als Prä- und Posttest) und einer Lernphase von 40 min. mit den Fehler-Finde- und Korrektur-Aufgaben. Zum Abschluss gaben die Schüler ihre Einschätzung der Aufgaben und des Systems mit Hilfe des in Abschnitt 4.3 beschriebenen Fragebogens ab.

4.3 Datenerhebung

Vorerfahrung mit dem Computer. Die Schüler wurden gebeten anzugeben, wie häufig sie den Computer nutzen. Zur Beantwortung der Frage standen ihnen die Auswahlmöglichkeiten „fast täglich“, „1-2 x pro Woche“, „1-2 x pro Monat“, „selten“ und „nie“ zur Verfügung.

Bewertung des Interfaces. Zur Einschätzung des Interfaces sollten die Schüler ihre Zustimmung zu drei Aussagen auf derselben vierstufigen Ratingskala einschätzen. So gab es je eine Aussage zur Arbeit mit dem Arbeitsfeld („Ich fand das Eingeben der Rechenschritte kompliziert.“), zur Übersichtlichkeit der Seiten („Den Aufbau der Seiten fand ich übersichtlich.“) und zum Umgang mit der Lernumgebung allgemein („Insgesamt war der Umgang mit dem Programm schwierig.“).

Bewertung der Fehler-Finde- und Korrektur-Aufgaben. Im Anschluss an die Bearbeitung aller Aufgaben der Studie wurden die Schüler um eine Bewertung der FFK-Aufgaben gebeten. Der dafür entwickelte Fragebogen enthielt 11 Items (s. Tab. 2, S. 9). Jedes Item bestand aus einer Aussage, zu der die Schüler ihre Zustimmung auf einer vierstufigen Ratingskala („trifft zu“, „trifft eher zu“, „trifft eher nicht zu“, „trifft nicht zu“) zum Ausdruck bringen sollten.

5 Ergebnisse und Diskussion

Die Einschätzungen der Schüler wurden für jedes Item gesondert ausgewertet und in Prozentwerte umgerechnet. Da fehlende Angaben insgesamt selten waren ($< 1\%$) und nicht gehäuft für bestimmte Schüler auftraten, wurden diese paarweise aus der Analyse entfernt. Die entsprechenden Änderungen der Stichprobengröße sind in den Ergebnissen extra ausgewiesen.

5.1 Vorerfahrung mit dem Computer

Die Befragung der Computernutzung ($N = 119$) ergab, dass die Mehrheit der Schüler den Computer häufig nutzt. Jeweils etwa ein Drittel der Schüler nutzt den Computer fast täglich (38.7%) oder ein- bis zweimal pro Woche (36.1%). Lediglich ein geringer Teil nutzt ihn nur ein- bis zweimal pro Monat (5.9%). Ein Fünftel der Schüler ist jedoch nur selten (16.8%) am Computer, 3 Schüler (2.5%) geben sogar an, dass sie nie Zugang zu einem Computer haben. Insgesamt ist damit das Spektrum an Vorerfahrung zwar breit gefächert, es ist allerdings davon auszugehen, dass Schwierigkeiten im Umgang mit Computern an sich maximal in einzelnen Fällen einen Einfluss auf die Bewertung der Aufgabe haben.

5.2 Bewertung der Interfaces

Die Mehrheit der Schüler schätzte den Aufbau der Seiten als übersichtlich ein (93.2% trifft zu oder trifft eher zu) und empfand die Bedienung in der Lernumgebung allgemein nicht als schwierig (93.9% trifft eher nicht zu oder trifft nicht zu). Das Eingeben der Rechenschritte wurde ebenso als nicht kompliziert empfunden (88.8% trifft eher nicht zu oder trifft nicht zu).

Tab. 1: Bewertung des Interfaces durch die Schüler ($N=126$)

N=126	trifft zu	trifft eher zu	trifft eher nicht zu	trifft nicht zu
Ich fand das Eingeben der Rechenschritte kompliziert.	3.4%	7.8%	26.7%	62.1%
Den Aufbau der Seiten fand ich übersichtlich.	73.3%	19.9%	2.6%	4.3%
Insgesamt war der Umgang mit dem Programm schwierig.	0.0%	6.0%	24.1%	69.8%

5.3 Bewertung der Fehler-Finde- und Korrektur-Aufgaben

Aus den Items zur Bewertung der Fehler-Finde- und Korrektur-Aufgaben (FFK-Aufgaben) wurden drei Gruppen gebildet, die jeweils ähnliche Aspekte abfragten. Es gab dabei sowohl Items, in denen die Schüler eine Aussage zu FFK-Aufgaben treffen sollten (z.B. „Das Lösen der FFK-Aufgaben macht mir Spaß.“), als auch Items, in denen ein Vergleich mit normalen Bruchrechenaufgaben hergestellt wurde (z.B. „Ich finde FFK-Aufgaben besser als normale Rechenaufgaben.“). Die Einschätzungen der Schüler sind in Tab. 2 dargestellt.

In sechs Items treffen die Schüler Aussagen dazu, wie gern sie mit FFK-Aufgaben (im Vergleich zu normalen Rechenaufgaben) arbeiten (Item 1-6, Cronbachs Alpha .90). Dabei ist weder eine eindeutige Bevorzugung der normalen Rechenaufgaben noch der FFK-Aufgaben erkennbar. Die Einschätzungen der Schüler verteilen sich relativ gleichmäßig über die gesamte Bandbreite der Antwortmöglichkeiten (Item 1, 2, 4). Mehr als die Hälfte der Schüler würde gern öfters mit den FFK-Aufgaben arbeiten (53.2%, Item 3), fast die Hälfte hätte sie gern zu Ende gerechnet (48.0%, Item 6) und dreiviertel der Schüler empfinden sie als schöne Abwechslung zu normalen Rechenaufgaben (75.8%, Item 5). Das bedeutet, dass FFK-Aufgaben von den Schülern nicht abgelehnt werden. Da sie aber auch nicht – z.B. bedingt durch einen Neuheitseffekt – von den Schülern bevorzugt werden und somit vergleichbar mit herkömmlichen Aufgaben sind, können sie gut für die Feedbackforschung eingesetzt werden.

In weiteren fünf Items sollten die Schüler verschiedene Einflussfaktoren bewerten, die dazu führen könnten, dass sie mit FFK-Aufgaben gern öfter oder eher seltener arbeiten möchten (Item 7-11, Cronbachs Alpha .68).

Dabei zeigte sich, dass 68.6% der Schüler normale Rechenaufgaben leichter finden (Item 8), die FFK-Aufgaben werden demzufolge auch von der Hälfte der Schüler als anstrengender empfunden (48.8%, Item 11). Hierbei ist anzumerken, dass FFK-Aufgaben im Gegensatz zu normalen Rechenaufgaben neben der Anwendung von Rechenregeln auch das Bewerten von Rechenschritten (richtig vs. falsch) erfordern. Auch wurden nur zu den FFK-Aufgaben Feedback präsentiert und erneute Lösungsversuche ermöglicht. Der dadurch entstehende Wechsel verschiedener Anforderungen (Fehler finden, Fehler korrigieren, Feedback verarbeiten, erneute Fehlerkorrektur) kann zu einer höher empfundenen (kognitiven) Anstrengung führen.

Zudem hatten etwa ein Drittel der Schüler (31.7%) Schwierigkeiten herauszufinden, worauf sie bei den FFK-Aufgaben achten müssen. Wie die Bewertung der Items zum Interface zeigt (vgl. 5.2), liegt dies aber nicht an der Übersichtlichkeit der Seiten an sich. In den FFK-Aufgaben sind allerdings viele Komponenten kombiniert (z.B. Aufgabenstellung, Feedback, frühere Lösungsversuche), wo-

durch es für die Schüler schwierig zu sein scheint, sich auf die aktuelle Aufgabenstellung zu konzentrieren.

Tab. 2: Bewertung der FFK-Aufgaben durch die Schüler (N=126)

	FFK=Fehler-Finde-und-Korrektur-Aufgaben NRA=normale Rechenaufgaben	trifft nicht zu	trifft eher nicht zu	trifft eher zu	trifft zu
1	Ich finde FFK besser als NRA.	24.6	28.6	26.2	20.6
2	Ich arbeite lieber an FFK als an NRA. (N = 125)	30.4	31.2	21.6	16.8
3	Ich würde in der Schule gerne öfters mit FFK arbeiten. (N = 125)	28.0	18.8	31.6	21.6
4	Das Lösen der FFK macht mir Spaß.	13.5	31.4	36.9	18.3
5	FFK sind eine schöne Abwechslung zu NRA.	10.3	13.9	32.1	43.7
6	Ich hätte die FFK gerne zu Ende gerechnet.	21.4	30.6	34.9	13.1
7	Bei den FFK weiß ich nicht genau, worauf ich achten soll.	30.2	38.1	21.4	10.3
8	Ich finde NRA leichter als FFK.	8.7	23.0	33.7	34.9
9	Ich denke, dass ich beim Lösen von FFK mehr lerne als beim Lösen von NRA.	15.1	36.5	30.2	18.3
10	Ich finde die FFK eher verwirrend. (N = 125)	20.8	40.0	22.4	16.8
11	Das Lösen von FFK finde ich anstrengender als das Lösen von NRA.	23.0	28.2	28.2	20.6

Die FFK-Aufgaben können genutzt werden, um zu erforschen, wie Lerner mit unterschiedlichen Voraussetzungen (z.B. Vorwissen, Motivation) Fehler mit und ohne Feedback finden und korrigieren können (vgl. Schnaubert et al., 2011). Alle Lerner werden dabei mit den gleichen Fehlern konfrontiert, ohne dass sie diese Fehler zuvor selbst machen müssen. Dadurch können umfangreicher und schneller Informationen zur Fehlerkorrektur gesammelt werden, als wenn man auf die Fehler angewiesen ist, die die Schüler zuvor produzieren.

Die Ergebnisse zur Bewertung der FFK-Aufgaben zeigen, dass nichts gegen ihren Einsatz in der Feedbackforschung spricht. Weder werden sie von den Schülern gegenüber normalen Rechenaufgaben eindeutig bevorzugt, noch abgelehnt. Es ist beim Einsatz allerdings zu beachten, dass die Aufgaben andere Anforderungen an die Schüler stellen. Der Wechsel dieser Anforderungen kann (v.a. in Verbindung mit der Präsentation von Feedback) zu einer als höher emp-

fundenen Anstrengung bei den Schülern führen und einzelne Schüler auch verwirren.

Des Weiteren ergibt sich aus der Befragung, dass mit dem Arbeitsfeld für Bruchrechenaufgaben sowie dem Interface eine benutzerfreundliche Lernumgebung geschaffen wurde. Durch das Arbeitsfeld können zudem die Rechenwege der Schüler erfasst werden, was eine umfassende Fehleranalyse ermöglicht. Dies stellt eine Voraussetzung für die effektive Untersuchung der Wirksamkeit von Feedback dar.

Untersetzt werden müssen die Einschätzungen der Schüler noch durch die Auswertung der empirischen Daten zu kognitiven, motivationalen und meta-kognitiven Aspekten der Aufgabenbearbeitung. Es deutet sich bereits an, dass die FFK-Aufgaben für manche Schüler geeigneter sind als für andere, da die Einschätzungen die gesamte Bandbreite der Ratingskala umfassen. An welchen Lernereigenschaften sich dies jedoch festmachen lässt, soll noch genauer analysiert werden.

Literatur

- Butler, D.L. & Winne, P.H. (1995). Feedback and self-regulated learning: A theoretical synthesis. *Review of Educational Research*, 65, 245-281.
- Eichermann, A. & Narciss, S. (2009). *Tasks with Typical Errors – Impact on Achievement, Motivation, and Meta-Cognition*. Poster presented at the EARLI JURE Pre-Conference, Amsterdam.
- Eichermann, A., Narciss, S., Schnaubert, L. & Melis, E. (2012). Typische Fehler bei der Addition und Subtraktion von Brüchen – Ein Review zu empirischen Fehleranalysen. *Journal für Mathematik-Didaktik*, 33 (1), S. 29-57.
- Narciss, S. (2006). *Informatives tutorielles Feedback. Entwicklungs- und Evaluationsprinzipien auf der Basis instruktionspsychologischer Erkenntnisse*. Münster: Waxmann.
- Narciss, S. & Huth, K. (2006). Fostering achievement and motivation with bug-related tutoring feedback in a computer-based training for written subtraction. *Learning and Instruction*, 16, 310-322.
- Salas, S.B. & Dickinson, D.J. (1990). The effect of feedback and three different types of corrections on student learning. *Journal of Human Behavior & Learning*, 7, 13-19.
- Schnaubert, L., Andrès, E., Narciss, S., Eichermann, A., Gogvadze, G. & Melis, E. (2011). Student Behavior in Error-Correction-Tasks and Its Relation to Perception of Competence. In: C. Delago Kloos, D. Gillet, R. Crespo Garcia, F. Wild & M. Wolpers (Hrsg.), *Towards Ubiquitous Learning, Proceedings of the 6th European Conference on Technology Enhanced Learning* (S. 370-383). Berlin: Springer.
- Shute, V.J. (2008). Focus on formative feedback. *Review of Educational Research*, 78, 153-189.

- Tennyson, R.D., Steve, M.W. & Boutwell, R.C. (1975). Instance sequence and analysis of instance attribute representation in concept acquisition. *Journal of Educational Psychology*, 6, 821-827.
- VanLehn, K. (1990). *Mind bugs: The origins of procedural misconceptions*. Cambridge, MA: The MIT Press.